



⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 37 29 780 A 1

⑤ Int. Cl. 5:  
F 42 B 1/02

⑪ Aktenzeichen: P 37 29 780.5  
⑫ Anmeldetag: 5. 9. 87  
⑬ Offenlegungstag: 19. 5. 93

DE 37 29 780 A 1

⑪ Anmelder:  
Battelle-Institut e.V., 6000 Frankfurt, DE

⑫ Erfinder:  
Poeschel, Eva, Dr., 6232 Bad Soden, DE; Winter,  
Heinrich, Dr., 6236 Eschborn, DE; Grünthaler,  
Karl-Heinz, Dr., 6390 Usingen, DE; Schildknecht,  
Manfred, Dr., 6382 Friedrichsdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤ Verfahren zur Steigerung der Eindringleistung von P-Ladungen durch Optimierung des Werkstoffes der Einlage

⑤ Einlagen für projektilbildende Ladungen werden aus Verbundwerkstoffen unter Verwendung von Wolfram hergestellt. Dabei wird das Wolfram in Form von dünnen Folien, Drahtnetzen oder Körnern in eine Matrix aus Bindemetall, bestehend aus den Metallen Cu, Ni, Co, Fe oder Pb eingelagert. Die Art der Formgebung des Wolframs sorgt zusammen mit den Eigenschaften der Bindemetalle für eine hinreichende Duktilität des Verbundes. Vorteilhafte Verfahren zur Herstellung des Verbundes werden angegeben.

DE 37 29 780 A 1

## Beschreibung

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Steigerung der Eindringleistung von projektilbildenden Ladungen (P-Ladungen). P-Ladungen sind Sprengladungsanordnungen, bei denen durch die Detonation des Sprengstoffes aus einer metallischen Belegung ein zusammenhängendes Projektil hoher kinetischer Energie gebildet wird. Der derzeitige Stand der Technik ist in der Veröffentlichung "Projektilbildende Ladungen" von Gustav Adolf Schröder, Ulrich Hornemann und Klaus Weimann im Jahrbuch der Wehrtechnik 16, Bernard & Graefe Verlag, Koblenz, 1986, beschrieben. Die Sprengladung besteht im allgemeinen aus einem zylindrisch geformten Sprengstoff 1 mit einer zur Zylinderachse senkrechten Abschlußfläche, in die zentral die Zündkapsel 2 eingesetzt ist. Die dem Ziel zugewandte Seite wird von der Metallbelegung begrenzt, die bei projektilbildenden Ladungen die Form eines Flachkegels mit einem Spitzenwinkel von mehr als  $140^\circ\text{C}$  oder der Form einer Kalotte 3 aufweist. Die Geschwindigkeit des gebildeten Projektils ist im wesentlichen vom Verhältnis der Masse des Belegungselementes zur Masse der hinter dem Element entstehenden Sprengstoffmenge abhängig und wird näherungsweise durch die Gurney-Formel beschrieben  $V_1 = A/\sqrt{\mu + K}$ .

A ist eine die spezifische Energie des Sprengstoffes charakterisierende Größe, während K die Ladungskonfiguration berücksichtigt.  $\mu$  ist die Masse des Bewegungselementes.

Nach dieser Formel wird die Geschwindigkeit des Projektils um so höher, je dünner die Belegung ist.

Auf der anderen Seite ist jedoch zu bedenken, daß die Wirkung eines so gebildeten Projektils im Ziel von der

kinetischen Energie  $\frac{m}{2} V^2$  abhängt. Da die Optimierungsmöglichkeiten von Ladungskonfiguration und Form der Einlage inzwischen weitgehend ausgeschöpft ist, bleibt für die Erhöhung der Wirkung im Ziel vor allem die Möglichkeit, Material höherer Dichte als Einlage zu verwenden und damit das  $\frac{m}{2} V^2$  zu erhöhen. In

der deutschen Patentschrift 29 13 103 wird dementsprechend eine Einlage beschrieben, die aus einer Legierung besteht, die mindestens 20% Tantal enthält und eine Dichte aufweist, die größer ist als diejenige des Kupfers. Ziel der hier beschriebenen Erfindung ist die Steigerung der Eindringleistung von den Projektilen durch eine Anhebung der Dichte des für die Einlage eingesetzten Werkstoffes, bei möglichst hoher Duktilität sowie guter Festigkeit im Temperaturbereich bis ca.  $500^\circ\text{C}$ .

Bei der Auswahl geeigneter Metalle hoher Dichte von mehr als etwa  $19\text{ g/cm}^3$  kommen die Edelmetalle aus Preisgründen nicht in Betracht; sieht man von der Verwendung von abgereichertem Uran ab, so bleibt nur das Wolfram übrig. Bei reinem Wolfram ist jedoch die geringe Duktilität bei Raumtemperatur ein Problem. Auf fehlende Duktilität ist es wahrscheinlich zurückzuführen, daß die in der oben genannten Patentschrift erwähnten Versuche mit einer wolframhaltigen Einlage keine Verbesserung der Eindringtiefe gegenüber Kupfer-einlagen aufwiesen.

Gegenstand der Erfindung ist daher die Entwicklung eines für die Herstellung von Einlagen in P-Ladungen geeigneten duktilen und festen Werkstoffes auf der Basis von Wolfram mit einer Dichte von mehr als  $14\text{ g/cm}^3$ . Erfindungsgemäß wird das Problem durch die Herstellung eines Verbundwerkstoffes auf der Basis von Wolf-

ram gelöst. Die Erfindung nach Anspruch 1 beruht auf der Beobachtung, daß dünne Wolframfolien gemäß Anspruch 2 oder dünne Wolframdrähte gemäß Anspruch 5 gegenüber kompakteren Wolframkörpern eine für den Verwendungszweck hinreichende Duktilität aufweisen. Erfindungsgemäß wird der Verbund der Folien oder Drähte zu Formstücken hinreichender Wandstärke gemäß den Ansprüchen 2, 3, 4 und 8 durch Zwischenschichten aus duktilen Metallen z. B. auf der Basis von Kobalt oder Nickel hergestellt.

Diese Bindemetalle können entweder in Form von Folien zwischen die Wolframfolien oder Netze gelegt werden oder nach einem der üblichen Beschichtungsverfahren auf die Oberfläche des Wolframs aufgebracht werden. Der endgültige Verbundwerkstoff entsteht dann aus Verdichten unter hohem Druck der so hergestellten Pakete.

Weiterhin können auch Wolframkörner gemäß Anspruch 10 in eine Matrix aus einem duktilen Metall eingelagert werden, wobei allerdings eine kritische Korngröße von  $50\text{ }\mu$  nicht überschritten werden sollte. Die Wolframkörner können zunächst mit einer Schicht des Bindemetalls umhüllt und dann unter Druck zu dichten Formkörpern verarbeitet werden. Ein anderer Herstellungsweg für den Verbundwerkstoff besteht darin, Wolframpulver und Pulver des Bindemetalls zu mischen und diese Mischung dann zu verpressen.

Schließlich kann der Verbundwerkstoff auf der Basis von Granulaten hergestellt werden, bei denen infolge des Herstellungsverfahrens die Legierungselemente bereits in jedem Granulat in feindisperser Mischung vorliegen. Als Ausgangsstoffe für die Herstellung der Granulate eignen sich Wolframate des Bindemetalls oder Mischungen von Ammoniummetawolframat und einem Salz des Bindemetalls z. B.  $\text{NiSO}_4$ . Beispiel 5 beschreibt, wie aus diesen Ausgangssubstanzen Legierungen hergestellt werden, bei denen die Korngröße der Teilchen von Wolfram und Bindemetalle auf Werte von unter  $1\text{ }\mu\text{m}$  reduziert werden kann.

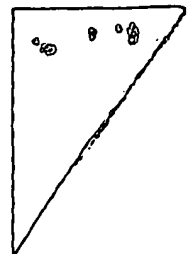
Im folgenden werden die Verfahren zur Herstellung von Einlagen für P-Ladungen aus diesen duktilen Verbundwerkstoffen auf der Basis von Wolfram anhand von Beispielen näher beschrieben.

## Beispiel 1

Duktile Wolframfolien mit einer Dicke von 25 bis  $200\text{ }\mu\text{m}$  wurden auf galvanischen Wege, etwa in einem Watt'schen Bad, mit Nickel in einer Dicke von 2,5 bis  $80\text{ }\mu\text{m}$  überzogen; aus diesen Folien wurden Ronden mit einem Durchmesser von etwa  $100\text{ mm}$  ausgestanzt. Zur Herstellung einer Schale für eine P-Ladung von etwa 6 mm Dicke wurden dann ca. 150 Folien mit einer Dicke von ca.  $40\text{ }\mu\text{m}$ , entsprechend einer Wolframfolie einer Dicke von  $30\text{ }\mu\text{m}$  mit einem beidseitigen Nickelüberzug von  $5\text{ }\mu\text{m}$  Dicke, übereinander gestapelt und kalt mit einem Druck von 2 bis 3 kbar vorgepreßt; dieses Paket wurde in einen evakuierten Stahlblechbehälter eingebracht und heißisostatisch bei Temperaturen bis  $1000^\circ\text{C}$  unter einem Druck bis zu 2 kbar zu einer völlig dichten, kreisförmigen ebenen Platte gepreßt. Diese Platte wurde im Anschluß daran im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu einer schalenförmigen Einlage umgeformt.

## Beispiel 2

Duktile Wolframdrähte mit einem Durchmesser von 15 bis  $100\text{ }\mu\text{m}$  wurden zu einem engen Netz gewebt. Aus



diesem Wolframdrahtnetz wurden, Ronden mit einem Durchmesser von etwa 100 mm gestanzt; beim Über-einanderstapeln wurde auf jede Wolframdrahtnetzron-de eine Ronde aus Nickelfolie einer Stärke von 2,5 bis 40  $\mu\text{m}$  eingelegt. Zur Erzielung eines besonders dichten Gefüges erwies es sich als Vorteil, das Wolframdraht-netz vor dem Ausstanzen der Ronden zu walzen. Zur Herstellung einer Schale für eine P-Ladung von etwa 6 mm Dicke wurden dann ca. 200 Wolframdrahtnetz-ronden mit einer Wolframdrahtstärke von ca. 25  $\mu\text{m}$  und ca. 200 Ronden einer Nickelfolie mit einer Dicke von etwa 15  $\mu\text{m}$  übereinandergestapelt und kalt unter einem Druck von 2 bis 3 kbar vorgepreßt; das resultierende Paket wurde in einen evakuierten Stahlblechbehälter eingebracht und heißisostatisch bei Temperaturen bis 1000°C unter einem Druck bis zu 2 kbar zu einer dichten, kreisförmigen ebenen Platte gepreßt. Diese Platte wurde im Anschluß daran im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu einer schalenförmigen Einlage umge-formt.

#### Beispiel 3

Dünne Wolframdrähte mit einem Durchmesser von 15 bis 100 wurden zu einem enggewebten Netz verar-beitet. Aus diesem Wolframdrahtnetz wurden Ronden von etwa 100 mm Durchmesser gestanzt. Diese Ronden wurden in einen aus Wolframpulver und einem organi-schen Lösungsmittel hergestellten Schlicker getaucht und getrocknet. Zur Herstellung einer schalenförmigen Einlage von etwa 6 mm Wandstärke wurden dann etwa 150 Ronden (bei einem Wolframdrahtdurchmesser von etwa 300  $\mu\text{m}$ ) übereinandergestapelt und kalt unter ei-nem Druck von etwa 3 kbar vorgepreßt. Das resultie-rende Paket wurde in einen evakuierten Stahlblechbe-hälter eingebracht und bei Temperaturen bis 1000°C unter einem Druck von bis zu 2 kbar zu einer dichten, kreisförmigen ebenen Platte gepreßt. Diese Platte wur-de im Anschluß daran im Gesenk und/oder durch Fließ-drücken zu einer schalenförmigen Einlage umgeformt.

#### Beispiel 4

Feinkörniges (Korngröße  $\leq 10 \mu\text{m}$ ) Wolframpulver (90 Gew.-%) wurde mit Kupferpulver (7 Gew.-%) und Nickelpulver (3 Gew.-%) vermischt und unter einem Druck von ca. 2 bis 5 kbar zu Scheiben einer Dicke von etwa 9 mm kalt vorgepreßt und unter Schutzgas bei etwa 800°C vorgesintert. Die vorgesinterten Scheiben wurden dann in Stahlblech eingemantelt und evakuiert. Durch isostatisches Heißpressen bei Temperaturen um 1200°C und einem Druck von etwa 2 kbar resultierten dichte (17 g/cm<sup>3</sup>) und feste (79 kp/mm<sup>2</sup>) Scheiben mit einer Dicke von 6,5 mm, welche dann im Gesenk und/oder durch Fließdrücken zu schalenförmigen Einlagen für P-Ladungen verarbeitet wurden.

#### Beispiel 5

Die besten Resultate (Dichte 17,5 g/cm<sup>3</sup>, Zugfestigkeit 120 kp/mm<sup>2</sup> und Dehnung 23%) wurden durch Verar-beitung von Pulvern erzielt, welche durch Wasserstoff-Reduktion von Wolframaten des Bindemetalles, etwa Nickelwolframat, oder durch Co-Reduktion von Am-moniummetawolframat und einem Salz des Bindemet-alles wie Nickelsulfat gewonnen wurden. Das Nickelme-tawolframat  $\text{Ni}_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$  kann mit Wasserstoff direkt zu einem Pulver aus sehr feinen Wolfram- und Nickel-

teilchen einer Korngröße von weit unter 1  $\mu\text{m}$  reduziert werden. Zur Herabsetzung des Nickelanteiles kann die-ses Pulver mit feinen Wolframpulvern vermischt wer-den. Aus gemeinsamen Lösungen von Wolframsalzen wie Ammoniummetawolframat und Salzen des Binde-metall wie  $\text{NiSO}_4$  lassen sich insbesondere durch Zer-stäuben bei Temperaturen von etwa 800°C zu einem Aerosol feine Partikel aus homogen ineinander verteil-ten Salzen der Legierungskomponenten herstellen, wel-che bei Temperaturen von 950 bis 1200°C im Wasser-stoffstrom zum Metall reduziert werden. Diese Pulver weisen eine derart hohe Sinteraktivität auf, daß ein Festphasensintern möglich wird.

Aus einem auf die oben beschriebene Weise herge-stellten Pulver aus extrem feinen Wolframteilchen und ähnlich feinen Nickelteilchen, welche homogen ineinan-der verteilt sind, wurde durch Kaltpressen ein scheiben-förmiger, runder Formkörper mit einem Durchmesser von 100 mm hergestellt. Die Gründichte lag bereits bei etwa 12 g/cm<sup>3</sup>. Dieser Formkörper wurde in einen eva-kuierten Stahlblechbehälter eingebracht und anschlie-ßend heißisostatisch bei Temperaturen bis zu 1000°C unter einem Druck von bis zu 2 kbar gepreßt. Diese Scheibe wurde dann im Gesenk und/oder durch Fließ-drücken zu einer schalenförmigen Einlage für eine P-Ladung umgeformt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steigerung der Eindringleistung von projektilbildenden Ladungen (P-Ladungen) bestehend aus einer vorwiegend zylindrischen Sprengladung (1), begrenzt auf einer Seite durch eine senkrecht zur Zylinderachse orientierten kreisförmigen Fläche, in deren Zentrum die Zünd-kapsel (2) angebracht ist und einer stumpfkegeligen oder karlottenförmigen metallischen Einlage (3) an der anderen Endfläche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einlagen aus einem Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram hergestellt werden, der eine Dichte von mindestens 14 g/cm<sup>3</sup>, eine Zugfestigkeit bei 500°C von mindestens 50 kp/mm<sup>2</sup> und eine Dehnung unter gleichen Bedingungen von minde-stens 20% aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram aus Lagen von Wolframfolien im Dik-kenbereich von 25 bis 200  $\mu\text{m}$  hergestellt wird, die beidseitig mit einem Bindemetall auf der Basis von Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen oder Palladium mit einer Dicke von 2,5 bis 80  $\mu\text{m}$  beschichtet werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram aus Lagen von Wolframfolien im Dik-kenbereich von 25 bis 200  $\mu\text{m}$  hergestellt wird und zwischen die Wolframfolien Folien aus den Binde-metallen Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen oder Palla-dium eingelegt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch ge-kennzeichnet, daß die Wolframfolien auf elektro-chemischem oder stromlosem Weg mit dem Binde-metall beschichtet werden oder die Abscheidung aus der Gasphase nach dem CVD-Verfahren er-folgt (Chemical Vapor Deposition).
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Wolfram aus Lagen von Wolframdrahtnetzen aufgebaut wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wolframdrahtnetze mit einem Drahtdurchmesser von 15 bis 100 µm mit einem Bindemetall auf der Basis von Kobalt, Nickel, Kupfer, Palladium oder Eisen beschichtet werden oder das Bindemetall in Form von Folien oder Pulvern in solchen Mengenverhältnissen eingebracht wird, daß sich die Mindestdichte nach Anspruch 1 ergibt.

7. Verfahren nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhaltung der Rotationssymmetrie die Lagen aus Wolframdrahtnetzen in unterschiedlicher Orientierung miteinander kombiniert werden.

8. Verfahren nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lagen aus Wolframfolien oder Wolframdrahtnetzen mit den Schichten oder Folien aus Bindemetall, kompaktiert und durch Pressen, vorzugsweise durch kaltsostatisches Pressen und/oder heißsostatisches Pressen zu Einlagen für P-Ladungen weiterverarbeitet werden.

9. Verfahren nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff aus Lagen von Wolframdrahtnetzen und Wolframpulver, dessen Körner mit Kobalt, Nickel, Kupfer, Palladium oder Eisen als Bindemetall umhüllt sind, kompaktiert und anschließend auf sprengtechnischem Wege verdichtet wird.

10. Verbundwerkstoff nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß dieser aus Wolframkörnern einer Korngröße von weniger als 50 µm besteht, welche in einer Matrix auf der Basis von Kupfer, Kobalt, Nickel, Eisen oder Palladium eingebettet sind.

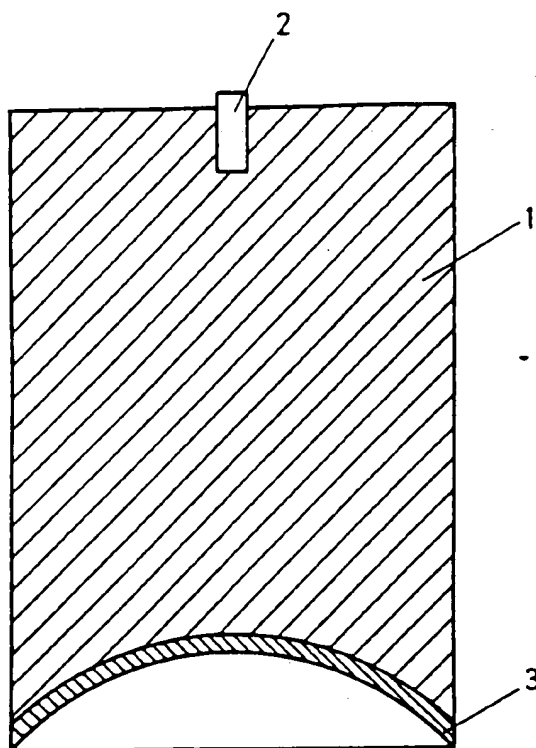
11. Verfahren zur Herstellung des Verbundwerkstoffes nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß Wolframkörner mit einer Korngröße von weniger als 50 µm elektrochemisch stromlos oder durch Abscheiden aus der Dampfphase (CVD) mit einem Bindemetall auf der Basis von Kupfer, Nickel, Kobalt, Eisen oder Palladium beschichtet werden und im Anschluß daran auf pulvermetallurgischem Wege, insbesondere durch kalt- und/oder heißsostatisches Pressen zu dichten und duktilen Formkörpern verarbeitet werden.

12. Verfahren nach Anspruch 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Wolframpulver einer Korngröße von weniger als 50 µm mit einem Pulver einer Korngröße von weniger als 30 µm des Bindemetalls vermischt wird und dieses Gemisch zu Formkörpern verpreßt wird, welche im Anschluß daran bei Temperaturen um den Schmelzpunkt des Bindemetalles zu dichten Formkörpern gesintert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 1 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbundwerkstoff auf der Basis von Granulaten hergestellt wird, die durch Wasserstoff-Reduktion von Wolframaten des Bindemetalles, wie Nickelwolframat  $\text{Ni}_6\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{40}$  oder durch CO-Reduktion von Wolframverbindungen, wie Ammoniummetawolframat mit Anteilen an Verbindungen des Bindemetalles, wie  $\text{NiSO}_4$  hergestellt oder durch Sprühtrocknung von wäßrigen Lösungen dieser Verbindungen und gemeinsamer Reduktion im Wasserstoffstrom in einer Größe von etwa 50 µm hergestellt werden, aus welchen durch Kaltpressen Körper mit einer Dichte von mehr als  $8 \text{ g/cm}^3$  entstehen, die nach dem Sintern unter Wasserstoff oder Stickstoff bei Temperatu-

ren unterhalb der Schmelztemperatur des Bindemittels zu dichten, hochfesten und hochduktilen Einladungen für P-Ladungen verarbeitet werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen



102-300

AU 2204 49305

DE 00-29780 A1  
MAY 1993

<p>93-168340/21 K03 BATT 87.09.05 BATTELLE-INST EV *DE 3729780-A1</p> <p>87.09.05 87DE-3729780 (93.05.19) F42B 1/02</p> <p>Increasing the penetration of projectile shaped charges - involves using tungsten-based, and therefore denser, projectile casing to give increased projectile kinetic energy and higher penetration capacity</p> <p>C93-075065</p> <p>Addnl. Data: POESCHEL E, WINTER H, GRUENTHALER K, SCHILDKNECHT M.</p> <p>Process for increasing the penetration capability of projectile-shaped charges involves optimising the raw material used in the casing. Projectile shaped charges (P-charges) consist of a cylindrical explosive charge (1) bordered on one end by a perpendicular circular plate with the explosion pin (2) at its centre and at the other end by a blunt cone or concave formed casing (3). This casing (3) is made from a tungsten based material having a density of at least 14 g cm<sup>3</sup> a tensile strength at 500°C of 50 KPa mm<sup>2</sup> and an expansion capability at these conditions of 20%.</p> <p><b>ADVANTAGE</b></p> <p>Use of raw material cpd. for the casing comprising tungsten and other more ductile metals enables a high density, high ductility casing to be obtd. The increased casing density gives increased projectile kinetic energy and</p>	<p>K(3-A2)</p> <p>therefore higher penetration capacity.</p> <p><b>EMBODIMENTS</b></p> <p>The casing (3) of the P-charge is of a tungsten base combined with other more ductile metals such as copper, nickel, cobalt, iron or palladium. The combination can be carried out in a number of ways.</p> <p>(1) Tungsten foil of thickness 25 to 200 (μ) mum is coated with one of two binding metals (e.g. copper) with a thickness of 2.5 to 80 mum. This is carried out by an electro-chemical or chemical-vapour deposition method. The resulting foil is then compressed together, preferably isothermally at either a hot or cold temperature. Finally it is shaped to the desired form.</p> <p>(2) Tungsten wire netting or gauze of diameter 15 to 100 mum is used instead of foil. The rest of the process is as above in (1).</p> <p>(3) Tungsten powder of diameter less than 50 mum is coated with one of the above binding metals and then processed as above in (1).</p> <p>(4) Tungsten powder of diameter less than 50 mum is combined with binding metal powder granules of less than</p> <p>DE3729780-A+</p>
--	---

© 1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

14 Great Queen Street, London WC2B 5DF

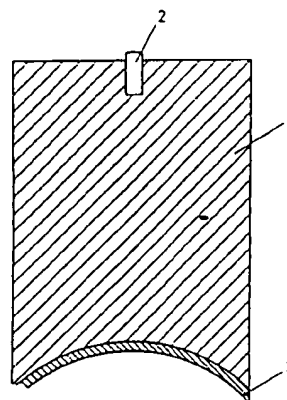
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,

Suite 401 McLean, VA22101, USA

Unauthorized copying of this abstract not permitted

30 mum, the two are then sintered together.

(5) Tungsten powder granules are used as the basis for hydrogen or carbon monoxide reduction to form chemical compounds containing tungsten and also the required binding metal. (Spp2363RBHDwgNo1/1).



DE3729780-A

©1993 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
14 Great Queen Street, London WC2B 5DF  
US Office: Derwent Inc., 1313 Dolley Madison Boulevard,  
Suite 401 McLean, VA22101, USA  
*Unauthorised copying of this abstract not permitted*

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**